



## CHAPITRE 5

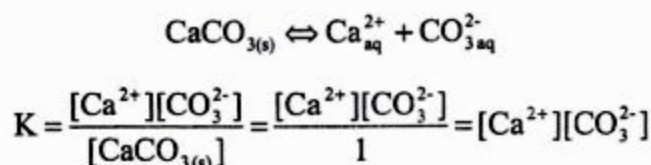
# EQUILIBRES DE PRECIPITATION

## 1. Produit de solubilité

La dissolution de certains sels peu solubles est une réaction équilibrée. L'équilibre a lieu entre des espèces dissoutes (*ions*) et un solide dont on ne peut exprimer la concentration (on la prend égale à 1).

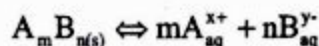
La constante d'équilibre, écrite, dans le sens de la *dissociation* s'appelle *produit de solubilité* noté  $K_s$ .

### Exemple :



On pose  $K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$ .

Plus généralement, le produit de solubilité d'un composé ionique  $A_mB_n$ , qui se dissocie en solution selon le bilan :



est défini par :

$$K_s = [A^{x+}]^m \cdot [B^{y-}]^n$$

**Remarque 1 :**  $K_s$  n'est utilisé que pour des composés très peu solubles :  $10^{-50} \leq K_s \leq 10^{-5}$ .

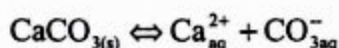
**Remarque 2 :**  $K_s$  ne dépend que de la température et n'a ni *dimension* ni *unité*.

## 2. Solubilité

La *solubilité* d'un sel, notée  $S$ , est le nombre de moles de ce sel qui peut être dissous dans *un litre* d'eau.

Le produit de solubilité peut s'exprimer en fonction de la solubilité.

### Exemple :



On a  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = S$ .

Chaque mole de  $\text{CaCO}_3$  dissoute libère une mole de  $\text{Ca}^{2+}$  et une mole de  $\text{CO}_3^{2-}$ .



$$K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{K_s}.$$

D'une façon générale pour un sel ionique  $A_mB_n$  :  $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA_{aq}^{x+} + nB_{aq}^{y-}$

on a :

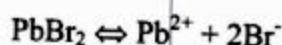
$$\left. \begin{array}{l} [A^{x+}] = mS \\ [B^{y-}] = nS \end{array} \right\} K_s = (mS)^m \cdot (nS)^n = m^m \cdot n^n \cdot S^{m+n}.$$

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{K_s}{m^m \cdot n^n}}$$

**Exemple :**

Le produit de solubilité du bromure de plomb  $\text{PbBr}_2$  est  $4 \cdot 10^{-5}$ . Quelle est sa solubilité ?

On a :



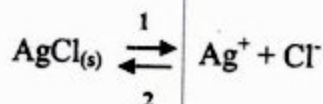
$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{Br}^-]^2.$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = S \text{ et } [\text{Br}^-] = 2S \Rightarrow K_s = S \times (2S)^2 = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 0,0215 \text{ mol.L}^{-1}.$$

### 3. Facteurs influençant la solubilité

La solubilité d'un sel peu soluble diminue considérablement en présence d'une substance lorsque les deux corps ont un ion en commun, conformément au principe de Le Chatelier. Ce phénomène est appelé *effet d'ion commun*.

**Exemple :**



On ajoute à la solution en équilibre du  $\text{NaCl}$  à la concentration  $C$ . L'équilibre évoluera de manière à éliminer les ions  $\text{Cl}^-$ , donc déplacement de l'équilibre dans le sens 2 par conséquent la solubilité diminue.

$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$[\text{Ag}^+] = S$$

$$[\text{Cl}^-] = S + C$$



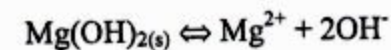
$$K_s = S \times (S + C) = S^2 + SC$$

**Approximation** :  $SC \gg S^2 \Rightarrow S = \frac{K_s}{C}$ .

#### 4. Influence du pH

Le pH de la solution dans laquelle s'effectue la réaction de dissolution du sel peu soluble influe sur la solubilité si les ions  $A^{x+}$  et  $B^{y-}$  ont des propriétés acido-basiques.

##### **Exemple 1 :**



$$K_s = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 1,8 \cdot 10^{-11}$$

La solubilité dépend de la concentration en ions  $\text{OH}^-$ , qui est elle-même fonction du pH de la solution.

Déterminons la solubilité de  $\text{Mg(OH)}_2$  à  $\text{pH} = 9$  ?

$$S = [\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{OH}^-]^2}$$

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow S = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

##### **Exemple 2 :**

Si l'on ajoute une base à une solution contenant  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{MgCl}_2$ , à quel pH commencera la précipitation de  $\text{Mg(OH)}_2$  ?

La précipitation commencera lorsque :

$$[\text{OH}^-]^2 = \frac{K_s}{[\text{Mg}^{2+}]}$$

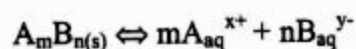
$$[\text{OH}^-]^2 = \frac{1,8 \cdot 10^{-11}}{0,5} = 3,6 \cdot 10^{-11}$$

$$[\text{OH}^-] = 6 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

Pour que  $\text{Mg(OH)}_2$  précipite, il faut que :

$$[\text{OH}^-]^2 \geq \frac{K_s}{[\text{Mg}^{2+}]} \Rightarrow \text{pH} \leq 8,77$$

**Conclusion** : D'une façon générale, on a pour :





1-  $[A^{x+}]^m \times [B^{y-}]^n < K_s \Rightarrow$  il n'y a pas de précipitation.

2-  $[A^{x+}]^m \times [B^{y-}]^n \geq K_s \Rightarrow$  il y a précipitation.





ETU UP.com

Programmmation  
**Cours**  
Electricité  
Physique  
Résumés  
Analyse  
Livres  
**Exercices**  
Contrôles Continus  
Langues  
Thermodynamique  
Multimedia  
**Divers**  
Economie  
Travaux Dirigés  
Chimie Organique  
Informatique  
Optique  
Diapo  
Chimie  
Algèbre  
Corrigés  
Mathématiques  
Mécanique  
Travaux Pratiques  
Droit

et encore plus..